

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Auswertung eines Ionenstrom-Sensor-Signals einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Nach dem Stand der Technik lassen sich eine Vielzahl motorischer Kenngrößen und Zustände wie zum Beispiel Verbrennungserkennung, Brennbeginn, Verbrennungsschwerpunkt und Verbrennungsqualität anhand des Brennraumdruckes bestimmen. Dabei wird der Brennraumdruck mit Hilfe eines speziellen und geeignet montierten Drucksensors aufgenommen.

Diese Methode erfordert pro Zylinder eine zusätzliche Bohrung im Zylinderkopf sowie einen serientauglichen Druckaufnehmer.

Ein Ionenstrom-Rußsensor oder Ionenstrom-Sensor, der für das erfindungsgemäße Verfahren verwendet wird, ist beim Dieselmotor ebenfalls Stand der Technik. Dabei ist eine Integration des Ionenstromsensors sowohl in der Glühstiftkerze als auch in der Einspritzdüse möglich.

Aus der EP 0190206 B1 ist eine Einrichtung zur Messung und Regelung von Betriebsdaten von Verbrennungsmotoren bekannt mit einem Ionenstrom-Sensor zur spezifischen Erfassung von Schadstoffkomponenten wie Ruß eines Verbrennungsmotors. Zusätzlich werden weitere, für die Regelung des Verbrennungsmotors erforderliche Größen mit diesem Ionenstrom-Sensor ermittelt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung anzugeben, zur Messung und Beeinflussung von Betriebsdaten einer Brennkraftmaschine, um den Verbrennungsvorgang zu optimieren.

Diese Aufgabe wird durch den kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs gelöst.

Kern der Erfindung liegt darin, daß eine Größe die einen Verbrennungsbeginn und/oder eine Größe die eine Verbrennungsqualität charakterisiert, durch eine Aufbereitung des Ionenstrom-Sensor-Signals erfaßt wird.

Aufgrund der starken Schwankungen des Ionenstrom-Sensor-Signals ist eine geeignete Signalverarbeitung zur Extraktion der verbrennungsrelevanten Parameter von entscheidender Bedeutung. Dabei kommt der Art und Weise der Mitteilung bei der Extraktion der Parameter eine entscheidende Rolle zu.

Vorteil der Erfindung ist, daß die genannten Verbrennungsmerkmale für das Steuergerät zur Verfügung stehen und dadurch eine Optimierung der Verbrennung im gewünschten Sinn erzielt werden kann. Dabei wird im Gegensatz zum Verfahren mit einem Brennraum-Drucksensor keine zusätzliche Bohrung benötigt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Figuren dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1: ein Blockschaltbild der Erfindung

Fig. 2: ein schematisiertes Flußdiagramm zur Ermittlung der Betriebsdaten,

Fig. 3: ein Diagramm des Ionenstrom-Sensor-Signals und des Brennraumdruck-Sensor-Signals.

Die **Fig. 1** zeigt mit dem Bezugszeichen **20** eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine. Die Zylinder sind symbolisch dargestellt und mit dem Bezugszeichen **21** gekennzeichnet. Die Drehzahl der Brennkraftmaschine **20** wird über den Drehzahlsensor **N** vorzugsweise mittels eines induktiven Aufnehmers oder über ein Hall-Element oder über einen Magnetoresistiven Aufnehmer oder dergleichen erfaßt. Das Signal des Drehzahlsensors **N** wird einem elektro-

nischen Steuergerät **23** zur Steuerung von wenigstens der Einspritzung von Kraftstoff zugeführt. Vorzugsweise ist jedem Zylinder **21** ein Mengensteureglied **22** zugeordnet, mit dem die von dem Steuergerät **23** vorgegebene Kraftstoffmenge zugemessen wird. Als Mengensteureglieder **22** können Injektoren eines Common-Rail-Systems, Pumpe-Düse-Einheiten, Verteilerpumpen oder andere Mengensteureglieder verwendet werden. Vorzugsweise werden Mengensteureglieder verwendet, bei denen die Mengenzumessung über die Betätigungszeit von Magnetventilen oder Piezostellern erfolgt.

Vorzugsweise ist wenigstens ein Zylinder mit einem Ionenstromsensor **24** versehen, dessen Signal in einer Auswerteeinrichtung **25** des elektronischen Steuergeräts **23** ausgewertet wird. Zum elektronischen Steuergerät **23** gehört eine Einrichtung zur Mengensteuerung **26** des Kraftstoffs. Die Mengensteuerung **26** gibt verschiedene Signale, wie beispielsweise verschiedene Meßgrößen, wie beispielsweise die Drehzahl **N**, interne Größen, wie beispielsweise die einzuspritzende Kraftstoffmenge **QK** und den Spritzbeginn **SB**, an die Auswerteeinrichtung **25** weiter, wo diese Größen zusammen mit dem/den Ionenstromsensordaten **n** verarbeitet werden. Das Ergebnis dieser Verarbeitung wird der Mengensteuerung **26** zugeführt. Die Mengensteuerung **26** gibt ausgehend von diesen Signalen die Ansteuersignale für das Mengensteureglied **22** der einzelnen Zylinder **21** vor.

Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ist in **Fig. 2** dargestellt. Ausgehend von dem gemessenen Ionenstromsignal **I** wird in Schritt **1** eine Offsetkorrektur durchgeführt. Dadurch ist eine Kompensation der Schwankungen des Isolationswiderstandes möglich.

Vorzugsweise dient der aus dem Offsetstrom berechnete Isolationswiderstand zu Diagnosezwecken. Insbesondere bei kleinen Einspritzmengen und somit kleinerem Ionenstromsignal kann ausgehend von der Offsetkorrektur **1** durch eine weitergehende Kompensation von kurbelwellensynchronen Störungen eine deutliche Verbesserung des Signals erreicht werden.

Der Ionenstrom setzt sich vereinfacht zusammen aus einem ersten Anteil, dem Offsetstrom, der durch den elektrischen Widerstand des Stromkreises gegeben ist, und einem zweiten Anteil, der eigentlichen Nutzinformation, der aufgrund der Verbrennung und der dadurch entstehenden Ladungsträger entsteht und somit zu einer Änderung der Widerstands im Stromkreis führt.

Der erste Anteil, der sich mit der Zeit ändern kann, wird in einem geeigneten Kurbelwellenwinkelbereich berechnet und für die Auswertung abgezogen (Offsetkorrektur). Nach dem Ohmschen Gesetz wird der zu dem Offsetstrom gehörigen Widerstand (Isolationswiderstand) berechnet. Liegt dieser nicht innerhalb eines gewissen Bereichs, wird auf Fehler erkannt und geeignet Maßnahmen eingeleitet.

Zu diesen zwei Anteilen können weitere Störanteile hinzukommen, die durch geeignete Maßnahmen wie z. B. Filterung kompensiert werden.

Eine Verbrennungserkennung ist in **Fig. 2** als Pfad **I** dargestellt. In einem Schritt **2** erfolgt eine Bandpaßfilterung im anschließenden Schritt **3** erfolgt eine Betragsbildung. Dadurch lassen sich Störungen eliminieren. Anschließend erfolgt in Schritt **4** eine Integration des Signals **I** über einen geeigneten Kurbelwellenwinkelbereich. Hieraus resultiert eine Energiegröße.

In einem Schritt **S** wird diese Energiegröße mit einem in einem Kennfeld **A** abgelegten ersten Schwellenwert verglichen. Überschreitet die Energiegröße den Schwellenwert **A**, so wird eine erfolgte Verbrennung erkannt. Der verwendete Schwellenwert ergibt sich dabei aus einem Kennfeld **A** in Abhängigkeit des aktuellen Betriebspunktes, der vorzugs-

weise durch die Last und Drehzahl der Brennkraftmaschine definiert ist.

Zur robusten Verbrennungserkennung ist die Auswertung der Verbrennungserkennung einer geeigneten Anzahl von aufeinanderfolgenden einzelnen Arbeitsspielen vorteilhaft.

Vorzugsweise werden die Werte der Energiegröße über mehrere Verbrennungen gemittelt und anschließend mit dem Schwellenwert verglichen. Als Alternative kann auch vorgesehen sein, daß die Einrichtung eine Verbrennung erkennt, wenn der Schwellenwert mehrmals überschritten wird.

Die Integration des vorverarbeiteten Ionenstrom-Signals erfolgt nur in einem vorher festgelegten Kurbelwellenwinkelbereich, vorzugsweise ist dies der Winkelbereich, in dem die Verbrennung stattfindet.

Zur Verbrennungserkennung wird der so ermittelte Integratorwert mit einem Schwellenwert verglichen, der in einem Kennfeld z. B. in Abhängigkeit von Last und Drehzahl abgelegt ist. Liegt der Integratorwert über der Schwelle, hat eine Verbrennung stattgefunden. Im anderen Fall hat keine Verbrennung stattgefunden.

Erfindungsgemäß wird das Signal des Ionenstromsensors integriert und mit einem Schwellenwert verglichen, um eine erfolgte Verbrennung zu erkennen. Dabei wird vorzugsweise das der Offsetkorrektur unterzogene Signal verwendet.

Durch Auswerten des Signals des Ionenstromsensors wird eine Größe erfaßt, die eine Verbrennungsqualität charakterisiert. Dabei wird insbesondere erkannt, ob eine Verbrennung erfolgt ist.

Die detaillierte Ermittlung der Verbrennungsqualität erfolgt ausgehend dem Ausgangssignal, das in Schritt 4 ermittelt wurde. Das integrierte Signal wird in Schritt 6 einer Mittelwertbildung unterzogen. Ferner wird in Schritt 6 die Varianz ermittelt. Dies erfolgt vorzugsweise über mehrere Arbeitsspiele.

Die Varianz und/oder der Mittelwert werden zur Beurteilung der Verbrennungsqualität verwendet. Die Beurteilung erfolgt in Schritt 7. In Abhängigkeit des Betriebspunktes (Last, Drehzahl) wird beispielsweise durch Vergleich mit einem Referenzkennfeld die Verbrennungsqualität angegeben.

Die Beurteilung der Verbrennungsqualität erfolgt durch Auswertung der Integralwerte mehrerer Verbrennungen. Dazu werden im wesentlichen zwei Kennwerte berechnet. Der Mittelwert gibt das Mittel der Integralwerte der betrachteten Verbrennungen an. Die Varianz gibt an, wie stark die betrachteten Integralwerte schwanken. Aussagen über die Qualität der Verbrennung erhält man durch Vergleich dieser beiden Werte mit den Werten in einem vorher applizierten Kennfeld. Für eine gute Verbrennungsqualität muß der Mittelwert einen gewissen Wert überschreiten und die Varianz darf nicht zu groß werden.

Erfindungsgemäß wird das Signal des Ionenstromsensors integriert und einer Mittelwertbildung unterzogen, um eine Größe, die die Verbrennungsqualität charakterisiert zu ermitteln. Dabei wird vorzugsweise das der Offsetkorrektur unterzogene Signal verwendet. Als Größe, die die Verbrennungsqualität charakterisiert wird vorzugsweise der Mittelwert und die Varianz verwendet.

Die Bestimmung des Verbrennungsbeginns ist in Fig. 2 anhand Pfad III dargestellt. Ausgehend von dem offsetkorrigierten Ionenstromsignal erfolgt in Schritt 8 in einem geeigneten Kurbelwellenwinkelbereich ein Vergleich mit einem Schwellenwert. Der Schwellenwert ist in Abhängigkeit des Betriebspunktes (Last, Drehzahl) in einem Kennfeld B abgelegt. Die Winkelstellung bei der das Signal den Schwellenwert überschreitet wird in Schritt 9 als Verbrennungsbeginn erkannt.

Die Bestimmung des Verbrennungsbeginns kann auch mit parametrischen Verfahren erfolgen

Das Ergebnis der Verbrennungsbeginnerkennung wird in Schritt 10 auf Plausibilität geprüft. In die Prüfung gehen die Verbrennungserkennung, die Verbrennungsqualität und die Werte eines Kennfeldes C ein. In Kennfeld C sind in Abhängigkeit vom Betriebspunkt (Last, Drehzahl) Grenzen für einen plausiblen Verbrennungsbeginn abgelegt. Bei Vorliegen eines plausiblen Verbrennungsbeginns 10 wird dieser Verbrennungsbeginn in Schritt 11 bei einer nachfolgenden Mittelung berücksichtigt. Die Mittelung in Schritt 11 erfolgt über eine geeignete Anzahl von Arbeitsspielen. Die Mittelung erfolgt vorzugsweise als gleitende Mittelwertbildung. Eine Mittelung ist aufgrund der Schwankungen der Verbrennungen und der Ionenstromsignale nötig. Dieser so ermittelte Verbrennungsbeginn kann bei der Steuerung der Brennkraftmaschine als Istwert für den Verbrennungsbeginn verwendet werden. Insbesondere kann dieser Wert als Istwert einer Verbrennungsbeginnregelung dienen. Eine solche Verbrennungsbeginnregelung kann die Spritzbeginnregelung ergänzen oder ganz ersetzen.

Der Verbrennungsbeginn wird in einem geeigneten Kurbelwellenwinkelbereich bestimmt, d. h. in dem Bereich, in dem der Beginn der Verbrennung auftreten kann. Der Zeitpunkt bzw. der Kurbelwellenwinkel, bei dem der Ionenstrom einen vorher festgelegten Wert überschreitet, wird als Verbrennungsbeginn angenommen. Da der Ionenstrom unter Umständen starken Schwankungen unterworfen ist, werden die so ermittelten Werte für den Verbrennungsbeginn der einzelnen Verbrennungen über eine geeignete Anzahl von Verbrennungen gemittelt. Für die Mittelung werden nur die Werte für den Verbrennungsbeginn der Einzelverbrennungen verwendet, die in einem plausiblen Bereich liegen. Der plausible Bereich ergibt sich dadurch, daß bei feststehendem Einspritzzeitpunkt der Beginn der Verbrennung nur in einem gewissen Fenster nach dem Einspritzzeitpunkt liegen kann. Anstatt der Erkennung des Brennbeginns mit einer Schwelle, kann eine Erkennung auch mit Hilfe eines parametrischen Verfahrens erfolgen. Parametrische Verfahren sind mathematische Berechnungsverfahren, die Informationen z. B. über die Form der Ionenstromsignale für eine in diesem Fall bessere Berechnung des Verbrennungsbeginns ausnützen. D. h. ein Modell für den Ionenstrom liegt vor und es müssen nur noch die wenigen Parameter des Modells bestimmt werden.

Erfindungsgemäß wird das Signal des Ionenstromsensors mit einem Schwellenwert verglichen, um den Verbrennungsbeginn zu erkennen. Dabei wird vorzugsweise das der Offsetkorrektur unterzogene Signal verwendet.

Die Ermittlung des Verbrennungsschwerpunktes ist in Fig. 2 in Pfad IV dargestellt. Nach der Offsetkorrektur des Ionenstromsignals in Schritt 1 erfolgt in Schritt 13 die Berechnung des Flächenschwerpunktes innerhalb eines für die Auswertung geeigneten Kurbelwellenwinkelbereiches. Das Ergebnis wird in Schritt 14 ebenfalls einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Diese Prüfung erfolgt anhand der Verbrennungsqualität, der Verbrennungserkennung und anhand eines Wertes eines Kennfeldes D. In dem Kennfeld D sind in Abhängigkeit vom Betriebspunkt (Last, Drehzahl) Grenzen für einen plausiblen Flächenschwerpunkt vorgegeben. Bei plausiblen Ergebnis wird der aktuelle Flächenschwerpunkt bei der nachfolgenden Mittelung in Schritt 15 berücksichtigt. Die Mittelung in Schritt 15 wird über eine geeignete Anzahl von Arbeitsspielen durchgeführt und ist vorzugsweise als gleitende Mittelwertbildung ausgebildet.

Eine Mittelung ist aufgrund der Schwankungen der Verbrennungen und der Ionenstromsignale nötig. Da der aus dem Ionenstrom ermittelte Flächenschwerpunkt gegenüber

dem aus dem Druck ermittelten Verbrennungsschwerpunkt in Abhängigkeit vom Betriebspunkt eine konstante Verschiebung aufweist, kann in Schritt 16 eine Korrektur mit Hilfe eines Kennfeldes vorgesehen sein.

Der Verbrennungsschwerpunkt wird vorzugsweise als Istwert zur Regelung der Verbrennungslage verwendet. Desweiteren kann er als Betriebskenngröße für Steuerungen und/oder Regelung anderer Stellgrößen verwendet werden. So kann beispielsweise der Spritzbeginn berücksichtigt werden.

Anstatt des Schwerpunktes können auch andere Größen wie zum beispielsweise der Flächenmittelpunkt berechnet werden. Dabei stellt der Flächenmittelpunkt eines bestimmten Kurbelwellenwinkels dar mit der Eigenschaft, daß links und rechts dieser Position gleiche Flächen des Ionenstromsignals liegen.

Die Berechnung des Flächenschwerpunktes erfolgt nach einer üblichen Formel. Als Ergebnis liefert diese Rechnung einen Wert für die Winkelposition der Kurbel- oder Nockenwelle für den Flächenschwerpunkt.

Da das Ionenstromsignal sehr stark variieren kann, muß das Ergebnis des Flächenschwerpunktes jeder Verbrennung auf Plausibilität geprüft werden. Dies erfolgt anhand eines Kennfeldes, in dem in Abhängigkeit des Betriebszustandes Grenzen für den Anfang und das Ende des Flächenschwerpunktes angegeben sind. Falls der aktuell berechnete Flächenschwerpunkt außerhalb der Grenzen liegt, wird dieser Wert nicht für die nachfolgende Mittelung verwendet. Die Mittelung erfolgt zur Generierung eines stabilen Flächenschwerpunktes, wobei sich die Mittelungslänge als Kompromiß aus der Anforderung einer schnellen Anpassung an Änderungen des Betriebspunktes und aus der gewünschten Stabilität des Flächenschwerpunktes ergibt. Nachgeschaltet ist eine betriebspunktabhängige Korrektur mit einem Kennfeld zur Generierung eines Wertes, der dem Verbrennungsschwerpunkt des Druckes entspricht und somit für eine Regelung verwendet werden kann.

Bei einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß zur Erkennung des Brennbeginns und des Verbrennungsschwerpunktes eine Mittelung in Pfad III und Pfad IV schon nach der Offsetkorrektur erfolgt. Die Mittelung erfolgt dabei über die aufbereiteten Zeitsignale des Ionenstroms. Dabei werden zur Mittelung nur die Verbrennungen verwendet, die ausreichend Information enthalten.

Anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Anordnung ist die Erkennung des Verbrennungsbeginns und des Verbrennungsschwerpunktes in Fig. 3 exemplarisch dargestellt. Der Verbrennungsschwerpunkt wird aus dem Flächenschwerpunkt des Ionenstroms durch Korrektur mit einem betriebspunktabhängigen Kennfeld 16 generiert.

Die Fig. 3 zeigt mit der gestrichelten Linie P der Druckverlauf im Zylinder und mit der durchgezogenen Linie I das Ionenstrom-Sensorsignal über dem Kurbelwellenwinkel (Grad KW) aufgetragen. Ferner sind der Brennbeginn X und der Flächenschwerpunkt Y mit senkrechten strichpunktierten Linien markiert.

Der Druckverlauf hat vor dem Oberen Totpunkt bei 0 Grad ein Maximum, sattelt dann um den oberen Totpunkt ein und steigt dann zu einem zweiten, kleineren Maximum an. Das Ionenstromsensor-Signal hat in etwa bei der Einstellung des Druckverlaufs einen ersten kleinen Peak und in etwa bei 30° Kurbelwellenumdrehung nach dem Oberen Totpunkt ein Maximum.

Besonders vorteilhaft ist es dabei, daß die ermittelten Größen, wie beispielsweise der Verbrennungsbeginn, die Größe, die eine erfolgte Verbrennung charakterisiert und/oder die Verbrennungsqualität, durch Vergleich mit Schwellenwerten auf Plausibilität (10) geprüft wird.

lenwerten auf Plausibilität (10) geprüft wird.

Die Schwellenwerte, mit den die Größen verglichen werden um die Größen zu ermitteln und/oder auf Plausibilität zu erkennen, sind vorzugsweise in Abhängigkeit des aktuellen Betriebspunktes, insbesondere von Last und Drehzahl, vorgebar.

Um die Signalaufbereitung zu Vereinfachen erfolgt die Auswertung vorzugsweise nur innerhalb eines Winkelbereichs. Dieser Winkelbereich der Kurbelwelle oder der Nockenwelle entspricht dem Winkelbereich in dem die Verbrennung voraussichtlich erfolgt.

Eine zuverlässigere Ermittlung der Größen ergibt sich durch eine Mittelung über mehrere Arbeitsspiele, das heißt mehrere Verbrennungszykluse. Vorzugsweise erfolgt eine gleitende Mittelwertbildung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung eines Ionenstrom-Sensor-Signals einer Brennkraftmaschine, daß ausgehend von einem Signal des Ionenstrom-Sensors wenigstens eine Größe, die die Verbrennung in der Brennkraftmaschine charakterisiert, bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens eine Größe die einen Verbrennungsbeginn und/oder eine Verbrennungsqualität charakterisiert, durch eine Aufbereitung des Signals erfaßt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal des Ionenstrom-Sensors einer Offsetkorrektur (1) unterzogen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von der Offsetkorrektur der berechenbare Isolationswiderstand zu Diagnosezwecken verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal integriert und anschließend mit einem Schwellenwert verglichen wird, um eine Verbrennung zu erkennen.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungsqualität ausgehend von dem integrierten Signal bestimmt wird, wobei insbesondere ein Mittelwert und/oder eine Varianz des integrierten Signals mit einem zweiten Schwellenwert verglichen wird.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsbeginn ausgehend von einem Vergleich des Signals mit einem dritten Schwellenwert erkannt wird.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelten Größen durch Vergleich mit Schwellenwerten auf Plausibilität (10) geprüft werden.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwellenwerte in Abhängigkeit des aktuellen Betriebspunktes, insbesondere von Last und Drehzahl, vorgebar sind.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertung nur innerhalb eines Winkelbereichs erfolgt.
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Größen über mehrere Arbeitsspiele gemittelt werden, wobei insbesondere eine gleitende Mittelwertbildung erfolgt.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelten Größen zur Steuerung und/oder Regelung eines Stellgliedes der Brennkraftmaschine verwendet werden.
12. Vorrichtung zur Auswertung eines Ionenstrom-

Sensor-Signals einer Brennkraftmaschine, mit Mitteln, die ausgehend von einem Signal des Ionenstrom-Sensors wenigstens eine Größe, die die Verbrennung in der Brennkraftmaschine charakterisiert, bestimmen, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die wenigstens eine Größe, die einen Verbrennungsbeginn und/oder eine Verbrennungsqualität charakterisiert, durch eine Aufbereitung des Signals erfassen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

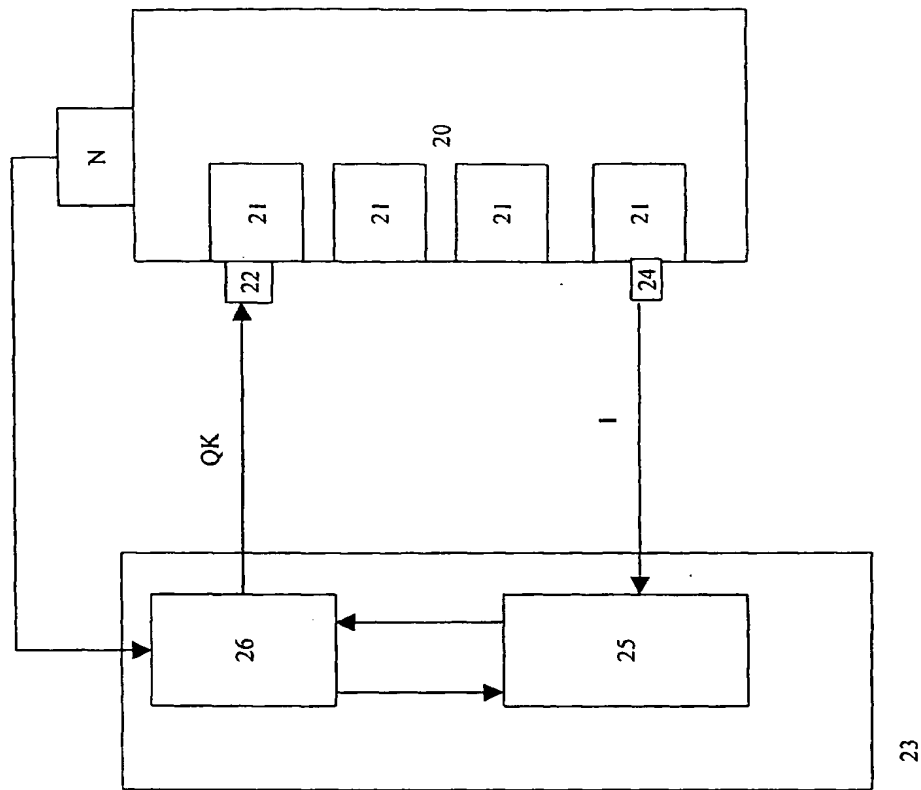


Fig.1

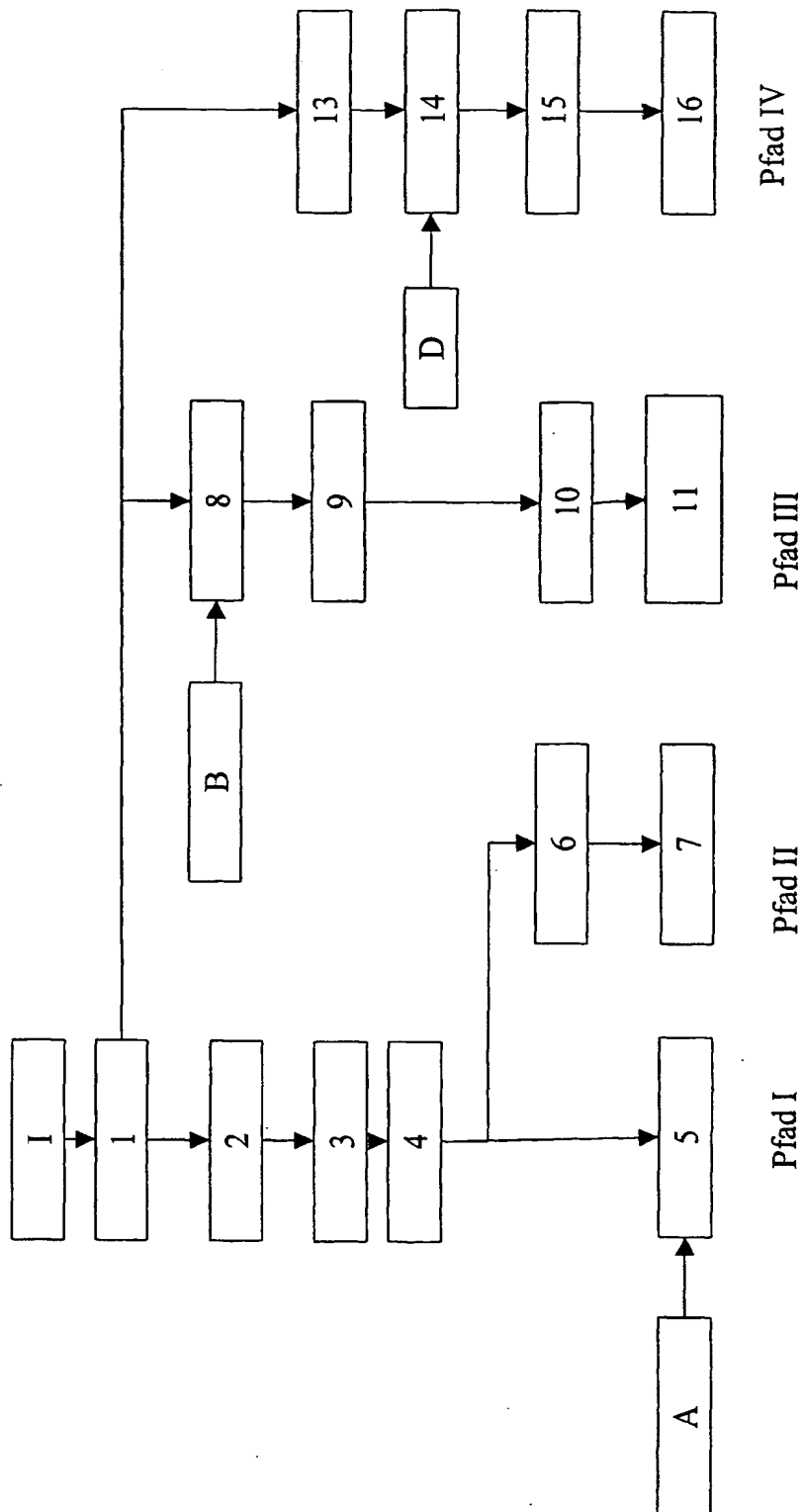


Fig.2

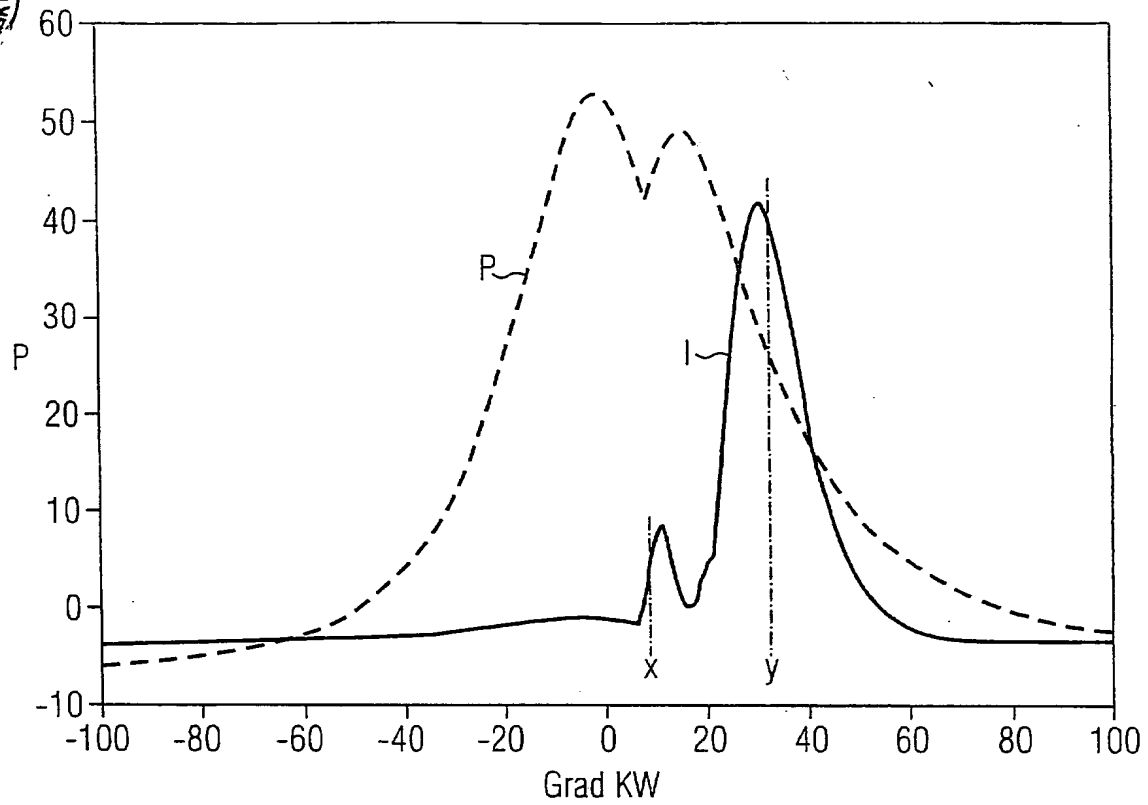


Fig.3